



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

Í N D I C E

I - IDENTIFICAÇÃO

II - INTRODUÇÃO

III - DEFINIÇÕES BÁSICAS

IV - PROCEDIMENTO: ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO D'ÁGUA

V - DISCUSSÃO

VI - GOTEJAMENTO

VII - APLICAÇÃO DA EFICIÊNCIA NO MANEJO DE IRRIGAÇÃO

VIII - CONCLUSÃO

I - IDENTIFICAÇÃO:

NOME: Afonso de Jesus Mota

CURSO: Engenharia Agrícola

UNIVERSIDADE: Universidade Federal da Paraíba

PERÍODO LETIVO CONCLUÍDO: 9º Período

UNIDADE DE ESTÁGIO: Divisão de Ensaios (DIVEN)

ÁREA DE CONHECIMENTO: Irrigação

PERÍODO DE ESTÁGIO: 04/01 a 05/02/88

NOME DO ORIENTADOR: Eng. Agrº Alberto Colombo

II - INTRODUÇÃO:

O presente trabalho, tem como objetivo estudar os parâmetros que nos permite a avaliação da eficiência de sistemas de irrigação por aspersão, de maneira que se possa contribuir para que projetistas e agricultores tenham um melhor controle da água, principalmente onde esse fator se torna limitante.

A quantidade de água que deverá ser aplicada, vai depender da quantidade líquida de água requerida ou lâmina de projeto e da eficiência do sistema, uma vez que, conhecendo-se os parâmetros das culturas e do sistema a ser implantado, se tenha condições de determinar estatisticamente o nível da irrigação, através de fórmulas e modelos matemáticos, tais como distribuição normal e linear.

Na irrigação por aspersão, tem-se por objetivo aplicar quantidades de água pré estabelecidas, de maneira mais uniforme possível sobre a área a ser irrigada.

Essa uniformidade de aplicação expressa juntamente com a eficiência, a qualidade de uma irrigação. A uniformidade de aplicação é expressa em termos de coeficientes de uniformidades (CU) que irá determinar a performance dos aspersores.

III - DEFINIÇÕES BÁSICAS:

- . SISTEMA RADICULAR EFETIVO - é a parte de sistema radicular capaz de manter um fluxo de água satisfatório para atender as exigências evapotranspiração, no intervalo de água disponível no solo.
- . VOLUME EFETIVO DE SOLO - definimos como o volume determinado sistema radicular efetivo.
- . QUANTIDADE DE ÁGUA - refere-se à vazão, volume ou lâmina de água.
- . QUANTIDADE DE ÁGUA DISPONÍVEL - definimos como a quantidade de água disponível para a evapotranspiração calculada a partir do teor volumétrico de água disponível existente no volume efetivo do solo.
- . QUANTIDADE DE ÁGUA REQUERIDA - é a quantidade de água que deverá permanecer disponível às plantas após uma irrigação.
- . PERCOLAÇÃO PROFUNDA - definimos como a perda de água caracterizado pela sua localização no solo, fora do sistema radicular efetivo.

. DEFLÚVIO SUPERFICIAL - foi definido como o processo de perda de água que geralmente ocorre no final de sulcos e faixas de infiltração.

. ÍNDICES DE EFICIÊNCIA:

. EFICIÊNCIA DE APLICAÇÃO - foi definido como a medida da proporção da quantidade de água aplicada (V_o), que permanece disponível para satisfazer as exigências de evapotranspiração da cultura (V_e).

. EFICIÊNCIA DE ARMAZENAMENTO - é caracterizada pela relação entre a quantidade de água armazenada no volume efetivo de solo (V_e) e a quantidade de água requerida (V_r).

IV - ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO - PROCEDIMENTO:

Para determinarmos a uniformidade de distribuição d'água de um sistema de irrigação por aspersão, instalou-se um conjunto de coletores, ou seja, recipientes metálicos, cilíndricos, com capacidade de um litro, aberta na parte superior, equidistante de aspersor a ser testado, com o espaçamento 3 x 3m entre coletores.

Colocamos os coletores sobre suportes para que os mesmos ficassem em torno de 30cm acima do nível do solo para evitar respingos, que poderiam influenciar nos resultados. A área em torno do aspersor foi dividida em sub-áreas quadradas de iguais dimensões. Os coletores de precipitação foram colocados no centro de cada sub-área, de modo que, o volume ou lâmina coletada em cada coletor representasse a precipitação em cada sub-área, sendo que o número mínimo de coletores pôde variar de 100 a 144.

Para determinar a uniformidade de distribuição do sistema, tem-se que considerar qual é o tipo de arranjo dos aspersores no campo (retangular, quadrado e triangular), e simular as diversas combinações de espaçamento entre aspersores, ao longo da linha lateral e entre linhas laterais e fazer a sobreposição para os espaçamentos desejados. Para nosso trabalho utilizamos o espaçamento de 18 x 18m, onde, mediu-se também a pressão e o raio de alcance do aspersor.

Existem várias equações para calcular a uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão, entre elas usamos: Equação de Christiansen, Equação de Wilcox e a Equação de Hart.

- Coeficiente de Uniformidade de Christi

ansen (CUC).

$$CUC = 100 \left(1 - \frac{\sum |Y_i - \bar{Y}|}{n \bar{Y}} \right)$$

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum |Y_i - \bar{Y}|}{n \bar{Y}} \right) \quad (\%)$$

Y_i = precipitação observada em cada pluviômetro

\bar{Y} = média das precipitações

n = número de pluviômetros

- Coeficiente de Uniformidade de Aplicação (CUA)

$$CUA = 100 \frac{\bar{Y}}{\bar{Y}} \quad (\%)$$

\bar{Y} = média das menores precipitações, correspondentes a 25% da área.

$$U D = 1 - 1,27 s$$

\bar{Y} = média das precipitações, considerando todos os pluviômetros.

- Equação de Wilcox

$$Wilcox = 1 - C V$$

CV = coeficiente de variação.

- Equação de Hart

$$Hart = 1 - \frac{\sqrt{2/\bar{n}} S}{\bar{x}}$$

S = desvio padrão

Em seguida ligamos o aspersor (ZED 30) durante uma hora. Durante o ensaio medimos a direção e a velocidade do vento. Depois do ensaio medimos o volume e a lâmina d'água coletada em cada recipiente. O ensaio foi realizado com uma pressão de 200 KPa na entrada e com uma vazão de $2,73 \text{ m}^3/\text{h}$ com um bocal de $5 \times 55 \text{ mm}$.

Com os dados obtidos construímos a curva acumulada, relacionando a lâmina aplicada e a fração de área adequadamente irrigada, usando distribuição normal, com os dados de campo e com tabela.

Lâmina coletada anexa.

Gráfico 1 e quadro II e III.

- Quadro resultado da sobreposição do ensaio realizado com o espaçamento de $18 \times 18 \text{ m}$.

$$L = \frac{V}{A} \quad A = \frac{\pi D^2}{4} \quad D = 100 \text{ mm} \quad L \text{ (mm)}$$

4,84	5,22	8,53	8,53	6,24	4,71
7,26	6,62	7,51	7,00	6,11	6,75
9,04	8,02	5,73	5,09	7,51	8,53
8,40	7,26	4,84	5,73	6,87	7,89
4,84	5,22	7,51	7,51	5,35	4,45
4,71	5,09	8,79	8,25	5,85	4,46

Desvio padrão = 1,4551

Coef. de variação = 0,2216

Média = 6,5639

Menor valor = 4,45

Maior valor = 9,04

DETERMINAÇÃO DOS COEFICIENTES

- Coeficiente de Uniformidade de Christian
sen.

UC = 0,8059

- Coeficiente de Uniformidade de Hart.

Hart = 0,8232

- Coeficiente de Wilcox

Wilcox = 0,7783

- Uniformidade de Distribuição.

UD = 1 - 1,27 LV = 0,72

- Eficiência de Aplicação - $E_a = \frac{V_{arm.}}{V_{ap}}$

$E_a = 0,8460$

- Eficiência de Armazenamento (E_{arm})

$E_{arm} = \frac{V_{arm.}}{V_{req.}} = 0,9400$

OBS: O quadro II apresenta os cálculos dos parâmetros de eficiência com dados de campo.

- Área Sub-irrigada: $(A_{sub} = \frac{A_{def}}{AT})$

$$A_{Sub} = 0,42$$

- Área Superirrigada: $(A_{sup} = \frac{A_{exc}}{AT})$

$$A_{Sup} = 0,58$$

V - DISCUSSÃO:

Distribuição Normal:

Fração de área adequadamente irrigada

$$P(X) = 1 - Q(X) = \int_{-\infty}^{\infty} Z(t) dt$$

Tabela 26.4

Aplicação de tabelas de performance usando a distribuição normal no ensaio realizado.

$$\frac{y^R}{y^M} = ADM$$

 y^R = Lâmina requerida y^M = Lâmina médiaTempo de aplicação da y^R (t)

$$t = \frac{\text{Lâmina}}{\bar{y}}$$

Lâmina Bruta considerando perdas.

$$y^B = \frac{y^R}{1 - \text{perdas}}$$

Tempo de aplicação da lâmina bruta

$$t = \frac{y^B}{y^R}$$

OBS: Cálculos anexos.

DISTRIBUIÇÃO NORMAL:

Exemplo verificação tabela de Hart seja
CUC = 0,8 e uma fração de área de 90%, onde CU = 0,2507.

$$H_{90} = 1 - (Z_a \times CU)$$

$$H_{90} = 1 - (1,28155 \times 0,2507)$$

$$H_{90} = 0,679$$

Lâmina de deficit (Da)

$$D_{90} = (1 - (Z_a \times 5) - (1 - \frac{yrs}{PI}))$$

$$D_{90} = (1 - (0,1755 \times 0,2507) - (1 - \frac{0,1755 \times 0,2507}{0,1}))$$

$$D_{90} = 0,119 \approx 0,120$$

Eficiência de aplicação

$$E_a = \frac{V_{arm}}{V_{aplic}} = \frac{H_a + D_a (1 - a)}{1} = \frac{0,679 \times 0,9 + 0,560 \times 0,1}{1}$$

$$E_a = 0,667 = \text{valor tabelado}$$

Eficiência de armazenamento

$$F = \frac{V_{arm}}{V_{req}} = \frac{(0,679 \times 0,9) + (0,560 \times 0,1)}{0,679 \times 1} = 0,982$$

= Valor tabelado. (Tabela II - Hart)

DISTRIBUIÇÃO NORMAL USANDO FÓRMULAS MATEMÁTICAS:

$$\Delta = s (3,634 - 1,123 \text{ AD } 0,301)$$

$$\Delta = 0,2507 (3,634 - 1,123 \text{ AD } 0,301) = 0,3480$$

$$H = 1 - \Delta = 1 - 0,3480 = 0,652$$

$$\text{Volume de deficit} = 0,0035 \text{ AD}^{1,233} = 0,0128$$

Eficiência de armazenamento:

$$E_r = 100 \left(\frac{1 - \Delta - \text{VD}}{1 - 0,3480} \right) = 100 \left(\frac{1 - 0,348 - 0,0128}{1 - 0,3480} \right)$$

$$E_r = 0,980$$

Eficiência de aplicação

$$E_a = 100 (1 - \Delta - \text{VD}) = 100 (1 - 0,348 - 0,0128)$$

$$E_a = 0,639$$

MODELO LINEAR:

O modelo que usamos, proposto por Karmeli (1978), utiliza a curva de frequência acumulada da Lâmina de irrigação Adimensional (y), e a fração de área irrigada (x), representada pela regressão linear.

$$y = a + bx = a^0 + a_1 x \text{ onde as equações normais são:}$$

$$y = a^0 + a_1 x$$

$$xy = a^0 x + a_1 x^2$$

onde de acordo com nossos dados, obtivemos a seguinte curva:

$$y = 4364 - 0,717x$$

Quadro I e gráfico 4

Verificamos que na distribuição linear a eficiência de aplicação diminui com o aumento da fração de área irrigada, devido ao aumento do volume de déficit. (vide gráfico 2b).

Aplicação:

Para uma área adequadamente irrigada de 80% pelo gráfico temos: $y_i/y_r = 0,79$

$$\text{Logo } E_{\text{aplic}} = \frac{V_{\text{arm}}}{V_{\text{aplic}}} = \frac{(0,8 \times 0,79) + \left(\frac{0,847 + 0,79}{2} \right) \times 0^2}{1} = 0,776$$

$$E_{F_{\text{arm}}(80)} = \frac{0,776}{0,79} = 0,98 = \frac{V_{\text{arm}}}{V_{\text{req}}} = 0,98$$

Exemplo:

Para eficiência de 0,8

Lâmina requerida = 30mm

Lâmina média coletada = 6,56

$$\text{ADM} = y_r/\bar{y} = 0,85$$

$$\bar{y} = \frac{30}{0,85} = 35,3$$

$$\text{Lâmina média aplicada (mm)} = \frac{35,3}{0,95} = 37,15$$

$$\text{Tempo de aplicação (H)} = \frac{37,15}{6,56} = 5,66$$

VI - GOTEJAMENTO:

Como parte do programa de estágio, realizamos a montagem de um sistema de irrigação por gotejamento, para a cultura da Melância (*Citrillus Vulgaris*), onde procedemos ao espaçamento e adubação adequadamente. Para isto utilizamos um conjunto moto-bomba trabalhando com uma pressão de 300 KPa, tubulação filtro de areia, tela e fertilizante, sendo que trabalhamos com uma pressão de 100 KPa na entrada da linha principal. O sistema foi composto de 1 (uma) linha principal, 10 (dez) linhas laterais, cada uma com 20 (vinte) gotejadores. A vazão de todos os gotejadores foram medidas em ensaios e verificamos uma vazão média de 4,2 l/h. As linhas laterais foram dispostas de acordo com o espaçamento da cultura, ou seja, 3m entre linhas laterais e 1m entre gotejadores. Para a montagem utilizamos gotejadores do tipo DANGOTAS.

VII - APLICAÇÃO DA EFICIÊNCIA NO MANEJO:

Concluimos que podemos fazer um manejo baseado nos parâmetros estudados, sendo que quando a cultura responde bem a irrigação, utilizamos a eficiência de aplicação e usamos a eficiência de armazenamento, para onde se verificam limitações d'água, tanto para irrigação por aspersão quanto para irrigação por gotejamento.

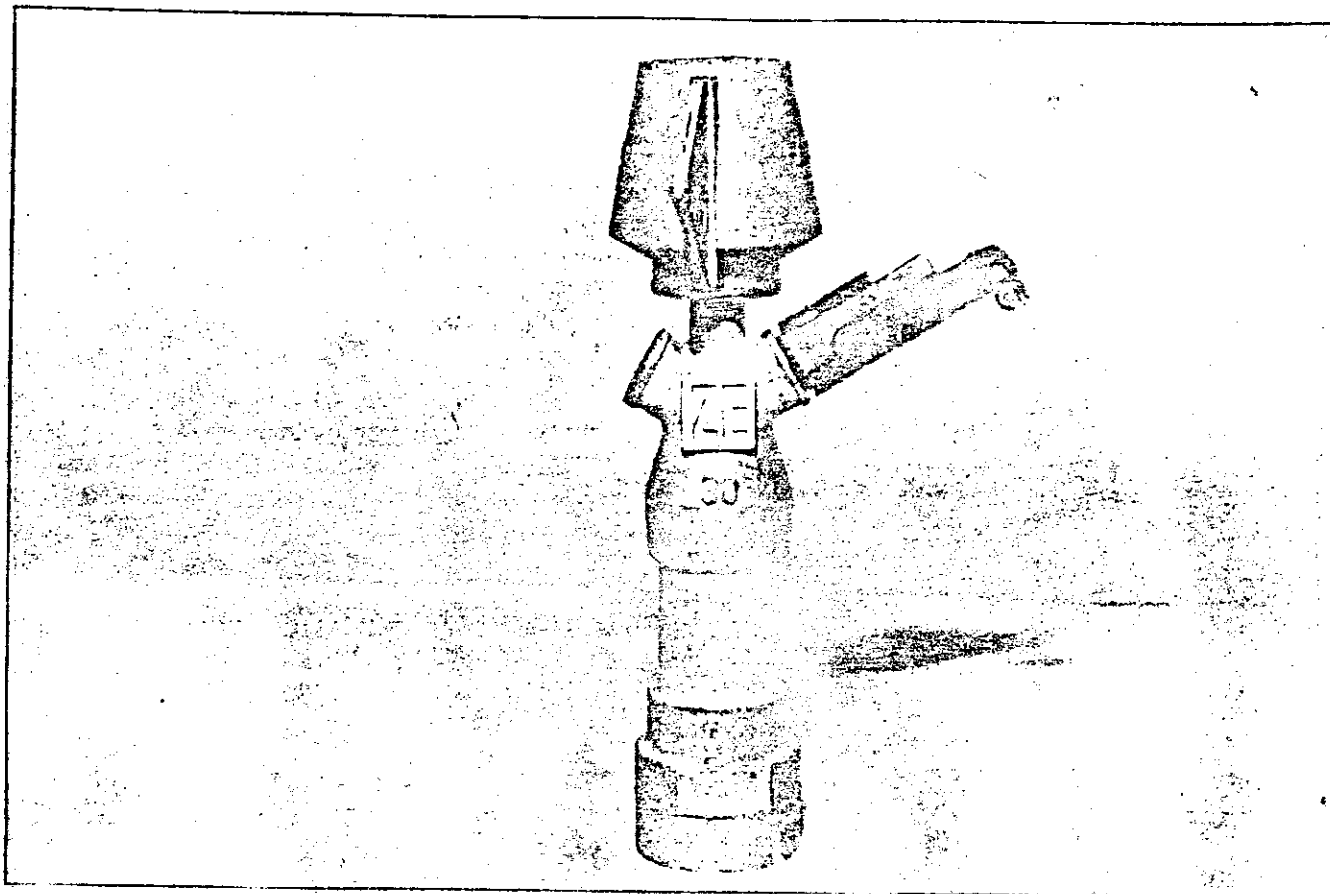
Verificou-se que utilizando um CUC de 80% consegue-se bons resultados com a irrigação, e, caso o CUC seja inferior a 80%, deve-se procurar melhorá-lo, como por exemplo, reavaliar o espaçamento entre os aspersores no caso da aspersão, ou verificar possíveis entupimentos no caso de gotejamento.

VIII - CONCLUSÃO:

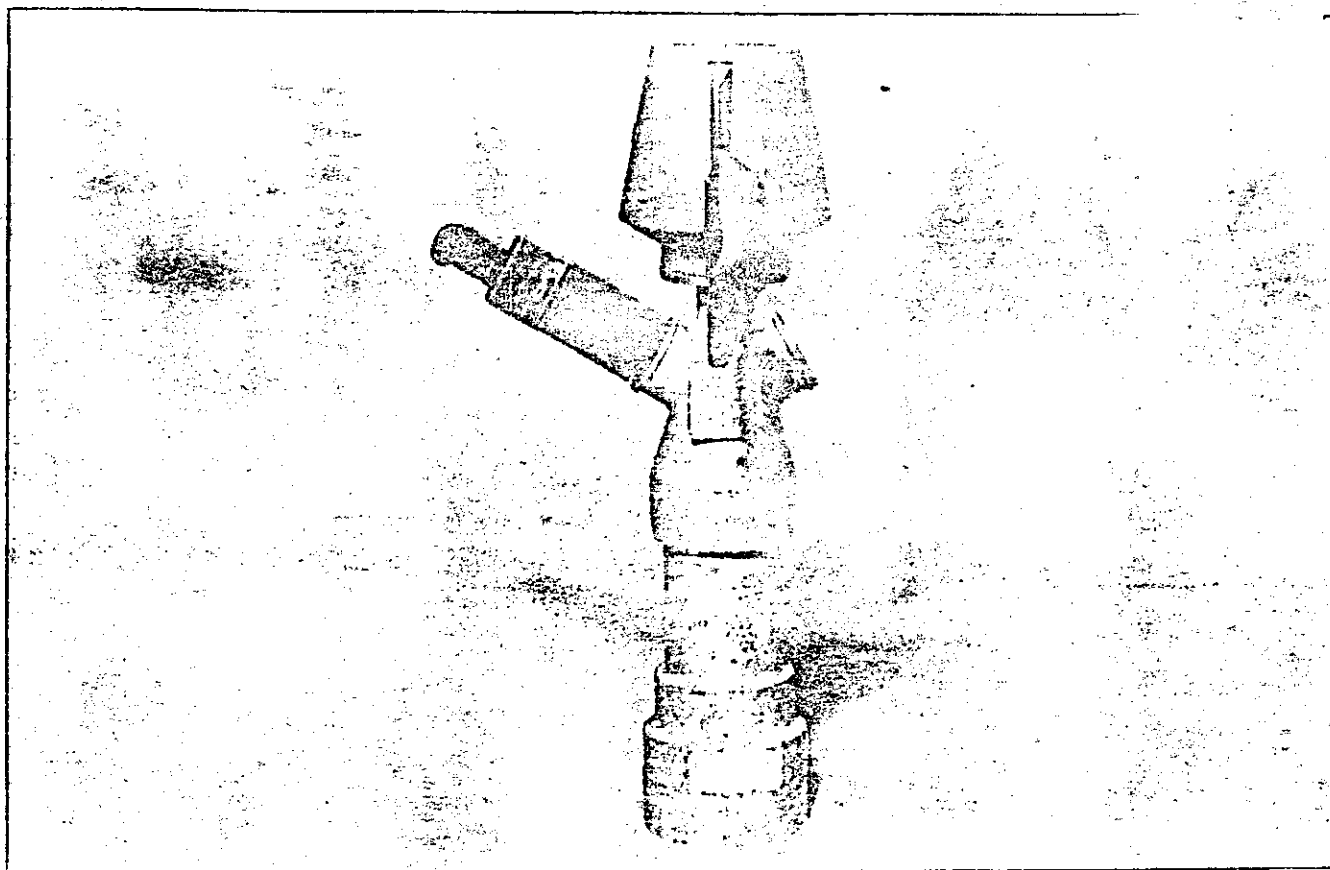
Do presente trabalho, verificamos que para a elaboração de projetos e manejo da irrigação é necessário, o conhecimento dos parâmetros que nos permita avaliar a qualidade da irrigação, de maneira que se possa otimizar a relação custo de irrigação e produção. Os ensaios realizados visam determinar, a nível de campo, os índices de uniformidade e eficiência de aplicação de água destes sistemas, bem como detectar problemas na especificação técnica dos componentes, através da COMPARAÇÃO de valores de projeto, com os valores observados em CAMPO, após a instalação do sistema.

De acordo com o ensaio, verificamos que os aspersores e gotejadores testados, estão em níveis aceitáveis. Verificamos também, a necessidade de se manter a regularidade dos parâmetros acima citados, de maneira que se implante uma irrigação racional, bem dimensionada.

AFONSO DE JESUS MOTA



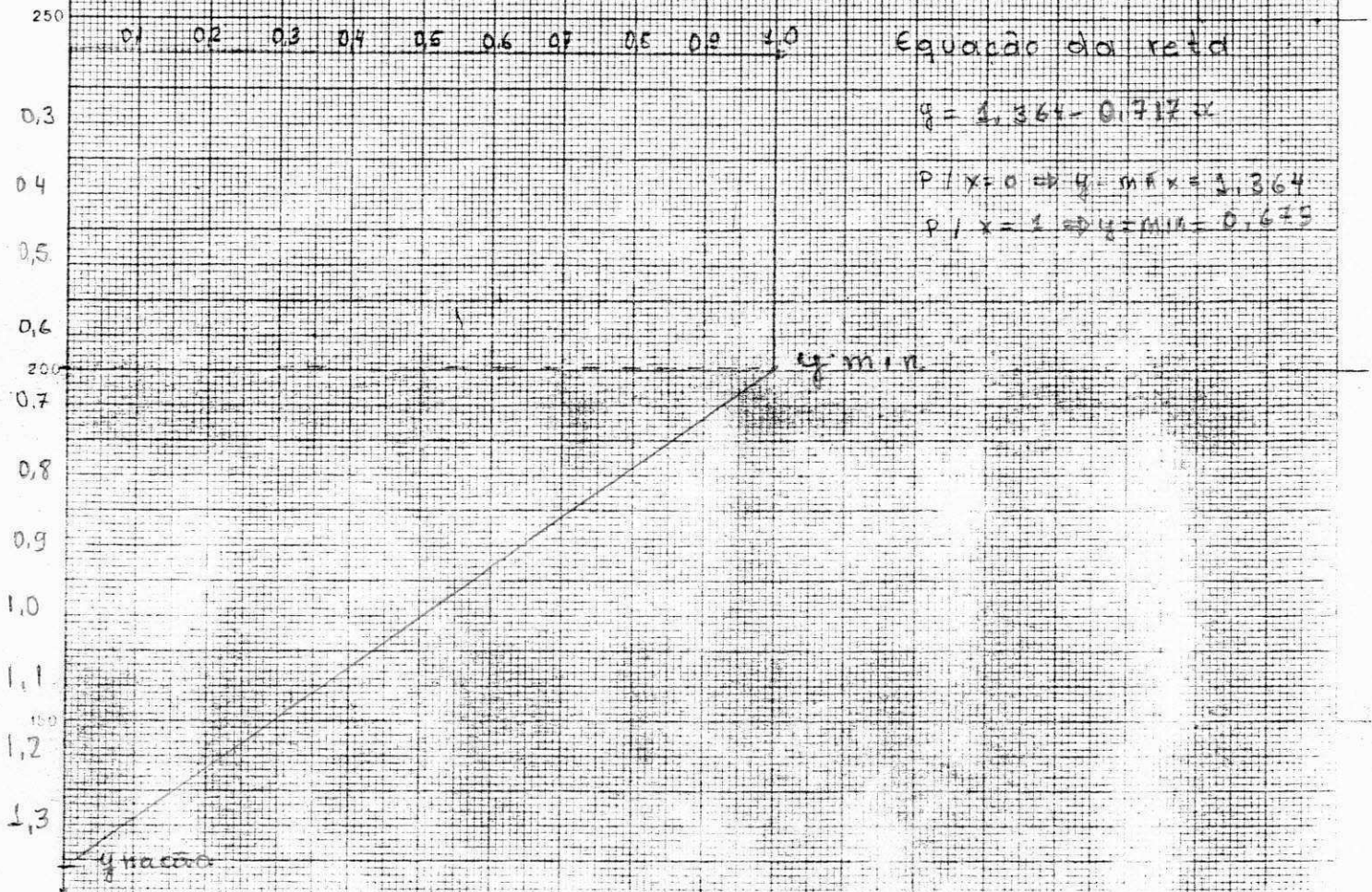
VISTA LATERAL



VISTA LATERAL

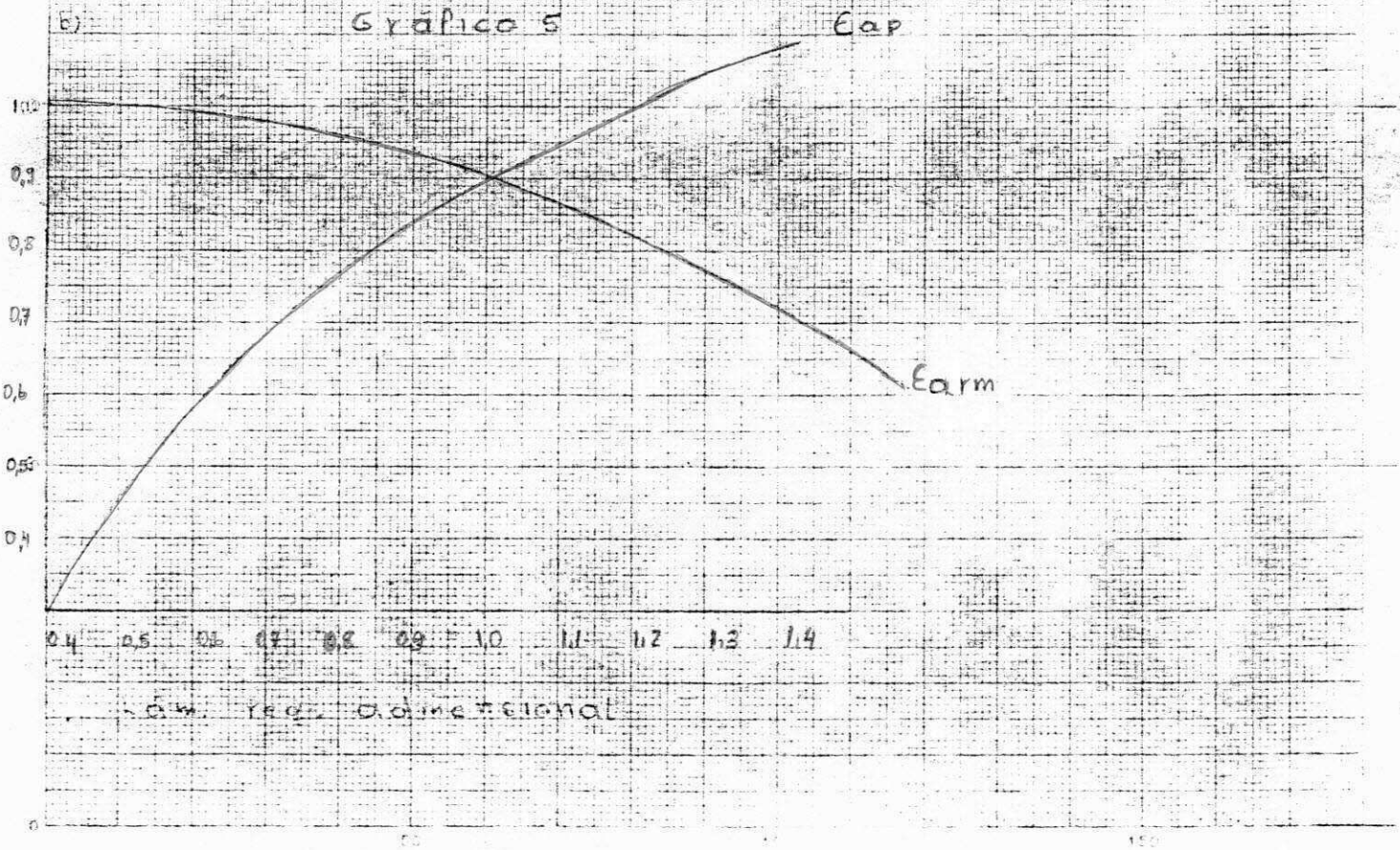
Ordem para uma fração de área >
Usando a distribuição linear x L₀ = eq. da

a)



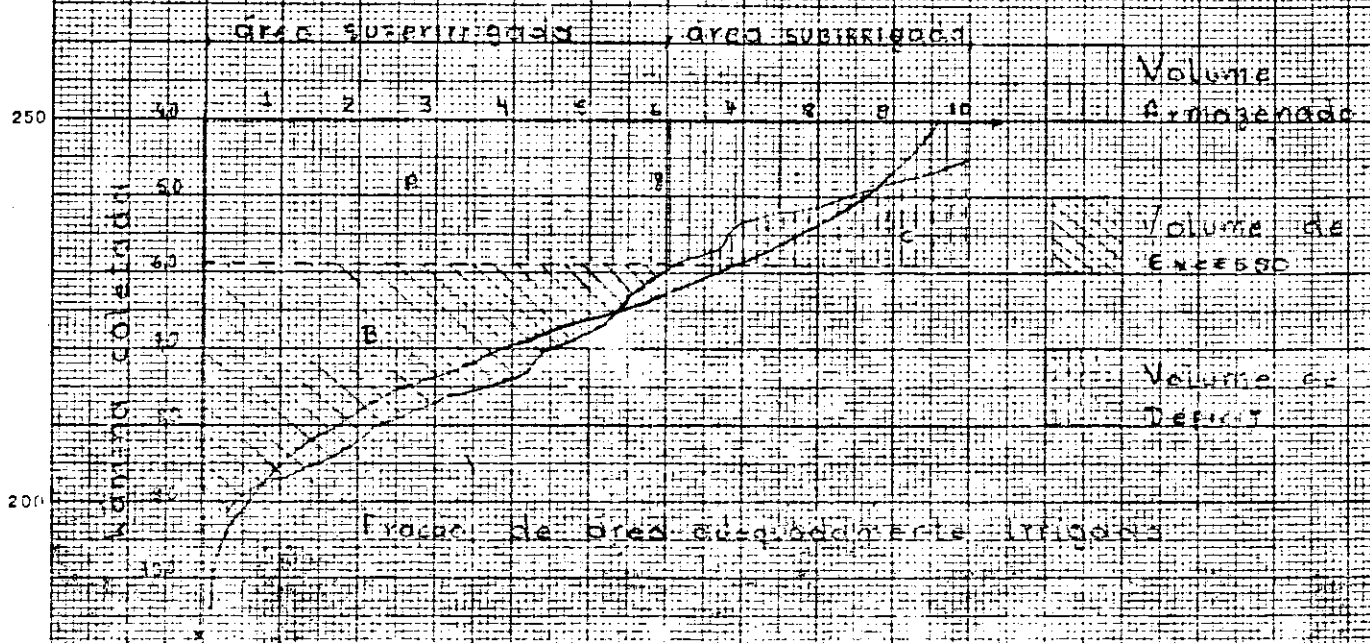
b)

Gráfico 5



o.w. req. da ine. e.ional

2) GRÁFICO 1



Fração de área adequadamente irrigada

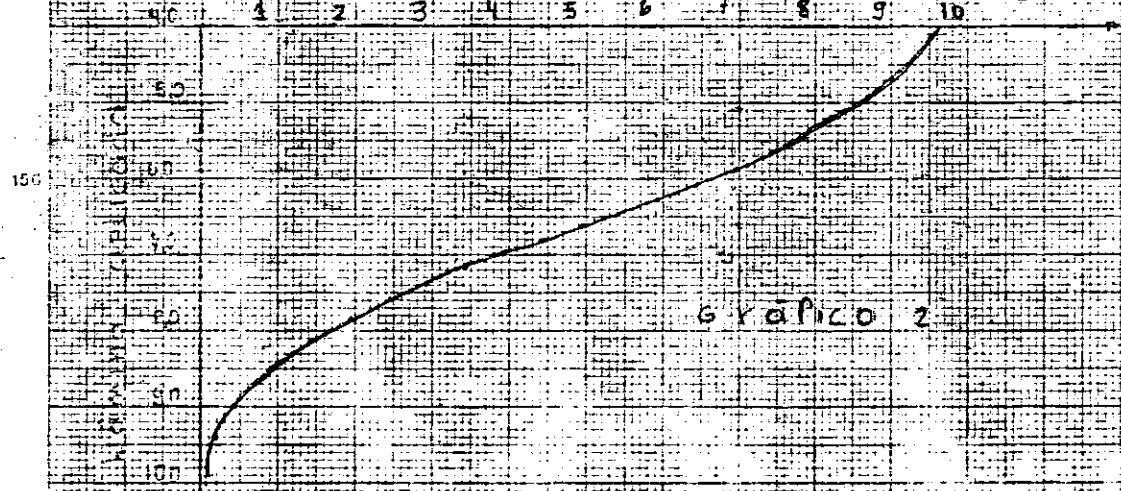


GRÁFICO 2

Máxima Grelhada em mm

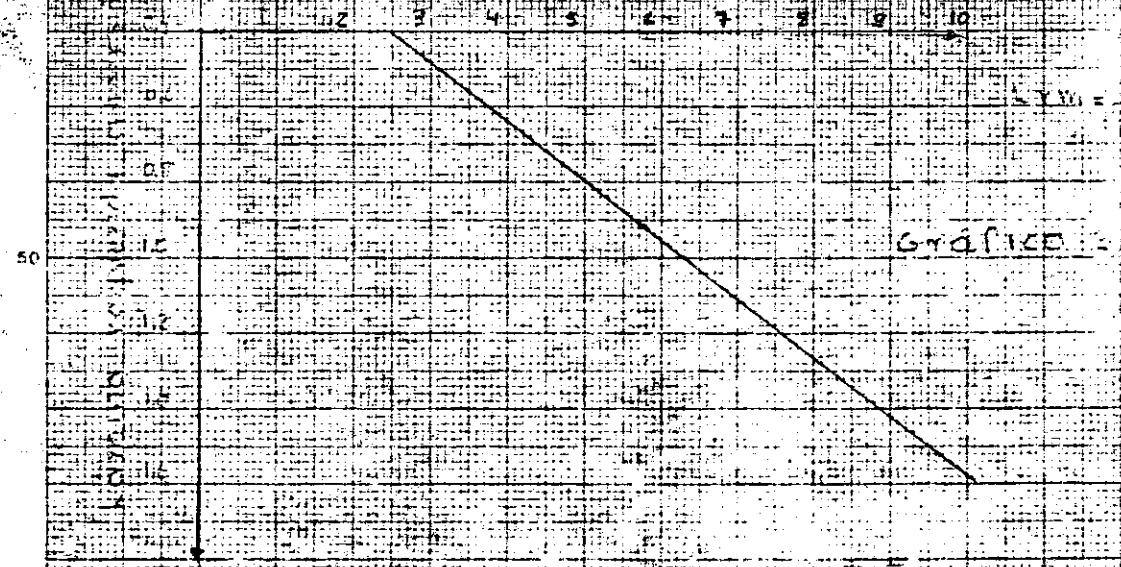


GRÁFICO 3

quadro I

Lâmina crescente	Probabilidade	Porcentagem
4,50	$\frac{36}{36} = 1$	100,00
4,60	$\frac{35}{36}$	
4,71	$\frac{34}{36} = 0,944$	94,4
4,84	$\frac{33}{36} = 0,916$	91,6
4,94		
5,03	$\frac{32}{36} = 0,888$	88,8
5,12		
5,22	$\frac{31}{36} = 0,861$	86,1
5,35		
5,43	$\frac{30}{36} = 0,833$	83,3
5,53		
5,64	$\frac{29}{36} = 0,805$	80,5
5,73		
5,85	$\frac{28}{36} = 0,777$	77,7
5,94		
6,03	$\frac{27}{36} = 0,750$	75,0
6,14		
6,24	$\frac{26}{36} = 0,722$	72,2
6,35		
6,44	$\frac{25}{36} = 0,694$	69,4
6,55		
6,66	$\frac{24}{36} = 0,666$	66,6
6,75		
6,86	$\frac{23}{36} = 0,638$	63,8
6,94		
7,03	$\frac{22}{36} = 0,611$	61,1
7,14		
7,26	$\frac{21}{36} = 0,583$	58,3
7,31		
7,41	$\frac{20}{36} = 0,555$	55,5
7,51		
7,62	$\frac{19}{36} = 0,527$	52,7
7,75		
7,86	$\frac{18}{36} = 0,500$	50,0
7,94		
8,03	$\frac{17}{36} = 0,472$	47,2
8,14		
8,26	$\frac{16}{36} = 0,444$	44,4
8,31		
8,41	$\frac{15}{36} = 0,416$	41,6
8,51		
8,62	$\frac{14}{36} = 0,388$	38,8
8,75		
8,86	$\frac{13}{36} = 0,361$	36,1
8,94		
9,03		
9,14	$\frac{12}{36} = 0,333$	33,3
9,26		
9,31		
9,41	$\frac{11}{36} = 0,305$	30,5
9,51		
9,62	$\frac{10}{36} = 0,277$	27,7
9,75		
9,86	$\frac{9}{36} = 0,250$	25,0
9,94		
10,03	$\frac{8}{36} = 0,222$	22,2
10,14		
10,26	$\frac{7}{36} = 0,194$	19,4
10,31		
10,41	$\frac{6}{36} = 0,166$	16,6
10,51		
10,62	$\frac{5}{36} = 0,138$	13,8
10,75		
10,86	$\frac{4}{36} = 0,111$	11,1
10,94		
11,03	$\frac{3}{36} = 0,083$	8,3
11,14		
11,26	$\frac{2}{36} = 0,055$	5,5
11,31		
11,41	$\frac{1}{36} = 0,027$	2,7

$$h_r = \frac{g_r}{f} \Rightarrow h_r = k_r \times g_r \quad P / k_r = 0,9$$

$$\Rightarrow g_r = 0,9 \times 6,56 = 5,9 \text{ mm}$$

Quadro II

250

200

150

100

50

0

LÂMINA	AREA	VAPL/D	VREQ/D	VARM.	VDEF/R	VEXC.	AREA DEF	A EXC.
4,45	18	80,28	106,2	80,28	26,22		18	
4,71	18	84,78	106,2	84,78	21,42		18	
4,84	27	130,68	159,3	130,68	28,62		27	
5,09	18	91,62	106,2	91,62	14,68		18	
5,22	18	93,96	106,2	93,96	12,24		18	
5,35	9	48,15	53,1	48,15	4,95		9	
5,73	18	103,14	106,2	103,14	3,06		18	
5,85	9	52,65	53,1	52,65	0,36		9	
6,11	9	54,09	53,1	53,1		1,89		9
6,24	9	56,16	53,1	53,1		3,06		9
6,62	9	59,58	53,1	53,1		6,48		9
6,75	9	60,75	53,1	53,1		7,65		9
6,87	9	61,83	53,1	53,1		8,82		9
7,00	9	63,00	53,1	63,0		9,9		9
7,25	18	65,25	106,2	106,2		24,48		18
7,26	36	130,68	212,4	212,4		58,22		36
7,51	9	270,36	53,1	53,1		17,91		9
7,59	9	71,0	53,1	53,1		19,08		9
8,02	9	72,18	53,1	53,1		21,42		9
8,04	9	72,36	53,1	53,1		22,5		9
8,53	27	230,31	159,3	159,3		71,01		27
8,78	9	79,02	53,1	53,1		26,01		9
9,04	9	81,36	53,1	53,1		28,26		9
TOTAL	324	2126,88		1810,4	111,15	326,69	135	189

$V_{aplic} = A \times y_{REQ} \times R_{ADM}$

$L_{AM REQ ADM} = \frac{yR}{yM} = 0,9 \rightarrow L_{AM REQ ADM} = 0,9$

$EF_{APLIC} = \frac{V_{ARM}}{V_{APLIC}} = \frac{1810,4}{2126,88} = 0,85$

$EF_{ARM} = \frac{V_{ARM}}{V_{REQ}} = \frac{1810,4}{1912,1} = 0,94$

$LL = 5,9 \text{ mm}$
 $LB = \frac{LL}{0,8} = \frac{5,9}{0,8} = 7,4 \text{ mm}$

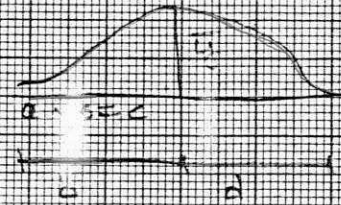
$A_{DEF} = \frac{135}{324} = 0,42$

$A_{EXC.} = \frac{189}{324} = 0,58$

$T_{EMPO DE APLICACAO} = \frac{LB}{X} = \frac{7,4}{6,56} = 1,1 \text{ h}$

$X = M\u00c9DIA = 6,56 \text{ mm}$

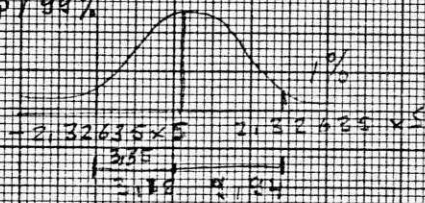
QUADRO III P/ a Tabela de Distribuição Acumulada (Frequência de Área)



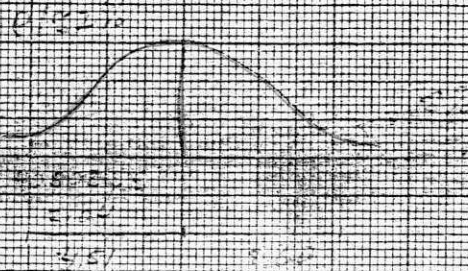
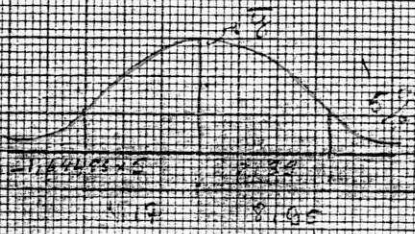
$\sigma = \text{Desvio P/ Probabilidade}$
 $b = \mu - \sigma \times S$
 $d = \mu + \sigma \times S$
 $S = \text{desvio Padrão da amostra}$

250

91.98%

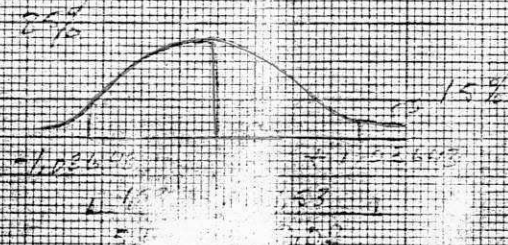
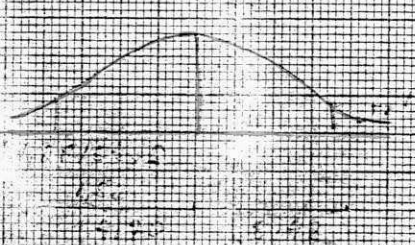


91.05%



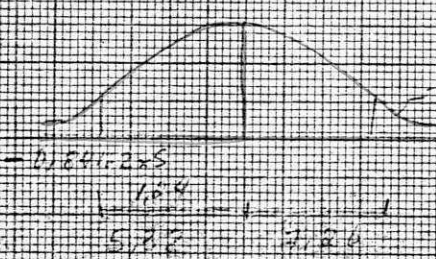
200

91.00%

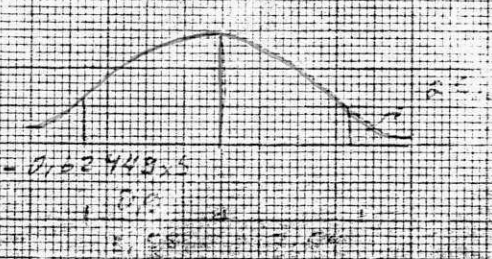


150

91.80%

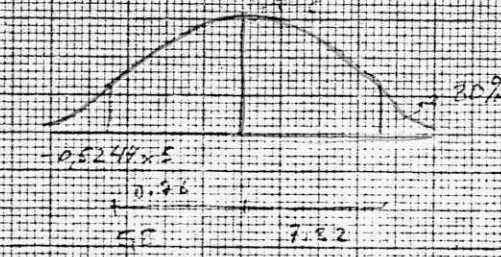


91.95%

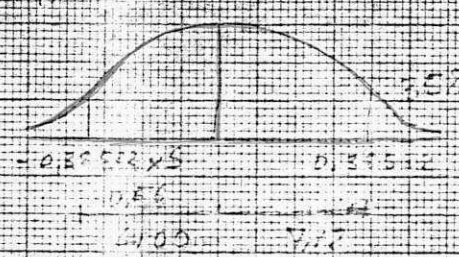


100

91.90%

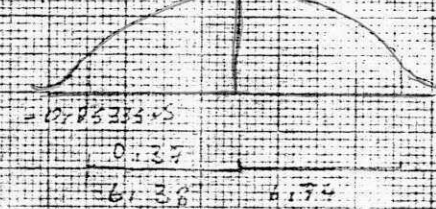


91.65%

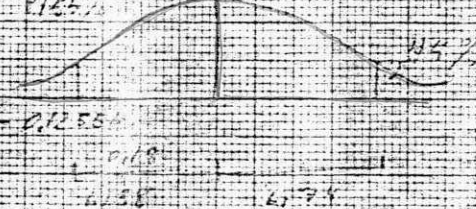


50

91.10%



91.55%



Obs: A Tabela de Probabilidade Acumulada é fornecida em separado.



PROBABILITY FUNCTIONS **TABELA 26.4** 975

NORMAL PROBABILITY FUNCTION—VALUES OF Z(x) IN TERMS OF P(x) AND Q(x) Table 26.1

Z(x)	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	P(x)
0.00	0.99000	0.99337	0.99634	0.99715	0.99785	0.99844	0.99891	0.99927	0.99962	0.99987	0.99993	0.99
0.01	0.92665	0.92876	0.93173	0.93343	0.93569	0.93787	0.94003	0.94216	0.94427	0.94635	0.94842	0.98
0.02	0.04842	0.05046	0.05247	0.05449	0.05648	0.05845	0.06040	0.06233	0.06425	0.06615	0.06804	0.97
0.03	0.07804	0.08172	0.08537	0.08900	0.09260	0.09618	0.09973	0.10326	0.10676	0.11024	0.11370	0.96
0.04	0.08617	0.09172	0.09725	0.10276	0.10825	0.11372	0.11917	0.12460	0.13001	0.13540	0.14077	0.95
0.05	0.10314	0.10470	0.10631	0.10789	0.10944	0.11124	0.11294	0.11442	0.11600	0.11756	0.11912	0.94
0.06	0.11912	0.12067	0.12222	0.12375	0.12528	0.12679	0.12830	0.12981	0.13133	0.13279	0.13427	0.93
0.07	0.13427	0.13574	0.13720	0.13866	0.14011	0.14156	0.14299	0.14442	0.14584	0.14726	0.14867	0.92
0.08	0.14867	0.15007	0.15146	0.15285	0.15423	0.15561	0.15699	0.15834	0.15970	0.16105	0.16239	0.91
0.09	0.16239	0.16373	0.16506	0.16638	0.16770	0.16902	0.17033	0.17163	0.17292	0.17421	0.17550	0.90
0.10	0.17550	0.17678	0.17805	0.17932	0.18057	0.18184	0.18309	0.18433	0.18557	0.18681	0.18804	0.89
0.11	0.18804	0.18926	0.19048	0.19169	0.19293	0.19410	0.19530	0.19649	0.19768	0.19886	0.20004	0.88
0.12	0.20004	0.20121	0.20238	0.20354	0.20470	0.20585	0.20700	0.20814	0.20928	0.21042	0.21155	0.87
0.13	0.21155	0.21267	0.21379	0.21490	0.21601	0.21712	0.21822	0.21932	0.22041	0.22149	0.22258	0.86
0.14	0.22258	0.22365	0.22473	0.22580	0.22686	0.22792	0.22897	0.23003	0.23108	0.23212	0.23316	0.85
0.15	0.23316	0.23419	0.23522	0.23625	0.23727	0.23829	0.23930	0.24031	0.24131	0.24232	0.24331	0.84
0.16	0.24331	0.24430	0.24529	0.24628	0.24726	0.24823	0.24921	0.25017	0.25114	0.25210	0.25305	0.83
0.17	0.25305	0.25401	0.25495	0.25590	0.25684	0.25778	0.25871	0.25964	0.26056	0.26148	0.26240	0.82
0.18	0.26240	0.26331	0.26422	0.26513	0.26603	0.26693	0.26782	0.26871	0.26960	0.27049	0.27137	0.81
0.19	0.27137	0.27224	0.27311	0.27398	0.27485	0.27571	0.27657	0.27742	0.27827	0.27912	0.27996	0.80
0.20	0.27996	0.28080	0.28164	0.28247	0.28330	0.28413	0.28495	0.28577	0.28659	0.28739	0.28820	0.79
0.21	0.28820	0.28901	0.28981	0.29060	0.29140	0.29219	0.29298	0.29376	0.29454	0.29532	0.29609	0.78
0.22	0.29609	0.29686	0.29763	0.29840	0.29916	0.29991	0.30067	0.30142	0.30216	0.30291	0.30365	0.77
0.23	0.30365	0.30439	0.30512	0.30585	0.30658	0.30730	0.30802	0.30874	0.30945	0.31016	0.31087	0.76
0.24	0.31087	0.31158	0.31228	0.31298	0.31367	0.31436	0.31505	0.31574	0.31642	0.31710	0.31778	0.75
0.25	0.31778	0.31845	0.31912	0.31979	0.32045	0.32111	0.32177	0.32242	0.32307	0.32372	0.32437	0.74
0.26	0.32437	0.32501	0.32565	0.32628	0.32691	0.32754	0.32817	0.32879	0.32941	0.33003	0.33065	0.73
0.27	0.33065	0.33126	0.33187	0.33247	0.33307	0.33367	0.33427	0.33487	0.33545	0.33604	0.33662	0.72
0.28	0.33662	0.33720	0.33778	0.33836	0.33893	0.33950	0.34007	0.34063	0.34119	0.34175	0.34230	0.71
0.29	0.34230	0.34285	0.34341	0.34395	0.34449	0.34503	0.34557	0.34611	0.34664	0.34717	0.34769	0.70
0.30	0.34769	0.34822	0.34874	0.34927	0.34977	0.35028	0.35079	0.35129	0.35180	0.35230	0.35279	0.69
0.31	0.35279	0.35329	0.35378	0.35427	0.35475	0.35524	0.35572	0.35620	0.35667	0.35714	0.35761	0.68
0.32	0.35761	0.35808	0.35854	0.35899	0.35946	0.35991	0.36037	0.36082	0.36126	0.36171	0.36215	0.67
0.33	0.36215	0.36259	0.36302	0.36345	0.36387	0.36429	0.36471	0.36513	0.36554	0.36595	0.36636	0.66
0.34	0.36636	0.36676	0.36715	0.36754	0.36792	0.36830	0.36868	0.36905	0.36942	0.36979	0.37016	0.65
0.35	0.37016	0.37052	0.37088	0.37124	0.37159	0.37194	0.37229	0.37264	0.37298	0.37333	0.37367	0.64
0.36	0.37367	0.37401	0.37435	0.37469	0.37503	0.37537	0.37570	0.37603	0.37636	0.37669	0.37702	0.63
0.37	0.37702	0.37735	0.37768	0.37801	0.37833	0.37865	0.37897	0.37929	0.37961	0.37992	0.38024	0.62
0.38	0.38024	0.38055	0.38086	0.38117	0.38148	0.38178	0.38208	0.38238	0.38268	0.38297	0.38327	0.61
0.39	0.38327	0.38356	0.38385	0.38414	0.38443	0.38472	0.38500	0.38528	0.38556	0.38584	0.38612	0.60
0.40	0.38612	0.38640	0.38668	0.38695	0.38722	0.38749	0.38776	0.38803	0.38829	0.38855	0.38881	0.59
0.41	0.38881	0.38907	0.38933	0.38958	0.38983	0.39008	0.39033	0.39058	0.39082	0.39107	0.39131	0.58
0.42	0.39131	0.39155	0.39179	0.39203	0.39227	0.39250	0.39274	0.39297	0.39320	0.39343	0.39366	0.57
0.43	0.39366	0.39389	0.39412	0.39435	0.39457	0.39479	0.39501	0.39523	0.39545	0.39567	0.39588	0.56
0.44	0.39588	0.39609	0.39630	0.39651	0.39672	0.39692	0.39713	0.39733	0.39753	0.39773	0.39793	0.55
0.45	0.39793	0.39812	0.39831	0.39850	0.39869	0.39888	0.39906	0.39925	0.39943	0.39961	0.39979	0.54
0.46	0.39979	0.39997	0.40015	0.40033	0.40051	0.40068	0.40085	0.40102	0.40119	0.40136	0.40153	0.53
0.47	0.40153	0.40170	0.40187	0.40203	0.40220	0.40236	0.40252	0.40268	0.40283	0.40299	0.40314	0.52
0.48	0.40314	0.40329	0.40344	0.40359	0.40374	0.40388	0.40403	0.40417	0.40431	0.40445	0.40459	0.51
0.49	0.40459	0.40473	0.40487	0.40500	0.40514	0.40527	0.40541	0.40554	0.40567	0.40580	0.40593	0.50
0.50	0.40593	0.40606	0.40619	0.40632	0.40645	0.40657	0.40670	0.40683	0.40695	0.40708	0.40720	0.49

Linear interpolation yields an error no greater than 5 units in the fifth decimal place.

$$Z(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad P(x) = 1 - Q(x) = \int_x^\infty Z(u) du$$

